



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innova-Docencia
Convocatoria 2018/2019

Proyecto N°: 224

Desarrollo de simuladores no virtuales en la docencia
de la clínica equina

Francisco Javier López San Román

Facultad de Veterinaria

Departamento de Medicina y Cirugía Animal

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El OBJETIVO GENERAL de este proyecto de innovación educativa quedó concretado de la siguiente manera:

1. Desarrollo de simuladores que se puedan utilizar en la docencia y entrenamiento de técnicas quirúrgicas en el caballo para minimizar el empleo de animales vivos y cadáveres.

En la actualidad, las articulaciones radiocarpiana e intercarpiana, son las articulaciones en las que más frecuentemente se practican procedimientos artroscópicos tanto diagnósticos como quirúrgicos. Las ventajas que presenta frente a los tratamientos conservadores y a la clásica artrotomía son evidentes. En las articulaciones del carpo se emplea la artroscopia fundamentalmente para el tratamiento de fracturas osteocondrales (chips) y también está descrito su uso para la fijación interna de fracturas biarticulares frontales y sagitales del tercer hueso carpiano mediante la ayuda de la artroscopia. Estos problemas tienen una gran importancia en la patología ortopédica de la especie equina, siendo la técnica artroscópica el medio de elección para su tratamiento.

Por todo ello planteamos dos importantes puntos y con ello los siguientes OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Dinamizar la docencia clínica en veterinaria con modelos virtuales.
2. Suplir las limitaciones actuales (disponibilidad de cadáveres, empleo de animales vivos, etc.) en la docencia práctica de clínica veterinaria, sin perder realismo y favoreciendo en mayor medida el poder manipular e interactuar con los distintos materiales docentes, lo que queda plasmado en la generación de un modelo físico (no virtual) en tres dimensiones.
3. Fomentar la colaboración de profesorado, alumnos, becarios y PAS en la mejora de la docencia.
4. Facilitar el autoaprendizaje, la comprensión y la adquisición de conocimientos de anatomía y cirugía veterinarias durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.
5. Contribuir a la internacionalización de nuestros recursos docentes en 3D en la UCM, que puedan ser referencia para otras universidades e instituciones.
6. Conseguir una mejor preparación de los estudiantes antes de enfrentarse al ejercicio clínico profesional mediante el uso de modelos que por un lado faciliten la comprensión de los procedimientos realizados de forma habitual en la clínica

veterinaria y que además permitan al alumno la realización de estos procedimientos antes de enfrentarse a un animal vivo. El hecho de disponer de un modelo no vivo aportará al estudiante mayor autonomía para la adquisición de la destreza necesaria cuando desarrolle las técnicas quirúrgicas en un paciente.

2. Objetivos alcanzados

En cuanto al objetivo general pudo alcanzarse, aunque solo parcialmente, ya que el empleo de materiales más blandos y dúctiles para obtención de modelos por colada de silicona y látex no pudo ser adecuadamente aplicado tras la obtención del modelo impreso. Sin embargo, el mencionado modelo pudo ser reproducido mediante la impresión 3D y en la posición anatómica adecuada (Figuras 1 y 2).

En cuanto a los objetivos específicos, desde el principio decidimos centrarnos en la articulación radiocarpiana ya que, realizar el mismo proyecto en la intercarpiana, no requería ningún procedimiento diferente. De esta forma, el resultado de la impresión ha sido revisada y cuidada para cubrir las necesidades de los objetivos propuestos. En cualquier caso, todos los objetivos descritos se han visto alcanzados con este modelo y, tras la desagradable y terrible aparición de la pandemia del COVID 19 se han visto reforzados ya que estos modelos pueden, potencialmente, ser un accesorio y una alternativa definitiva para la formación virtual en periodos de confinamiento como los sufridos en estos últimos meses o en situaciones similares que obliguen a una docencia en línea práctica y no presencial.

3. Metodología empleada en el proyecto

El proyecto se ha llevado a cabo en las instalaciones del Área de Grandes Animales del Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC) de la Facultad de Veterinaria.

Para el desarrollo de este simulador fue necesario partir de una extremidad que tuvo que ser virtualizada a partir de un estudio de tomografía computerizada (TAC). El modelo de prácticas se realizó a partir de las reconstrucciones virtuales, mediante la combinación de tecnologías de impresión 3D. En el plan previsto también se pretendía la creación de modelos por colada de silicona y látex que finalmente no pudo ser llevada a cabo. El objetivo fue crear modelos de articulaciones normales, para que el estudiante pueda progresar en el aprendizaje de esta técnica. De esta forma, alumnos de diferentes cursos podrán beneficiarse de estos modelos a nivel demostrativo y práctico en las clases de anatomía, cirugía y diagnóstico por imagen; pero también dentro de actividades académicas como títulos propios y cursos de formación continua.

Este sistema permite la creación de modelos de gran calidad y realismo a bajo coste. Los modelos pueden ser usados para evaluar las articulaciones y también para realizar diferentes técnicas quirúrgicas in situ gracias a la gran capacidad de los materiales plásticos de aceptar deformaciones, cortes o taladros.

Para la consecución de este proyecto se emplearon software y hardware adecuados. Contamos con la gran ventaja de poder realizar todo el proyecto usando software gratuito y de código abierto. No obstante, fue necesaria la adquisición de equipamiento específico no disponible en nuestro centro.

La elaboración del proyecto se dividió en tres fases: En primer lugar, la obtención de extremidades de caballos procedentes de la sala de necropsias del Hospital Clínico Veterinario Complutense, sin alteraciones ni historia clínica relacionada con problemas musculoesqueléticos. Posteriormente, se realizó un estudio de tomografía computerizada (TAC) de estas extremidades, que sirvieron de base para la generación del modelo virtual base. Este fue el mayor problema que tuvimos ya que no disponemos de TAC en el HCVC y tuvimos que depender de terceras personas. El segundo paso consistió en crear una malla 3D a partir de la información obtenida previamente. Este cometido se desarrolló en el tercer trimestre del proyecto. La tercera fase pretendía llevar a cabo la revisión anatómica de los modelos. El modelo de prácticas se pretendía realizar mediante la combinación de tecnologías de impresión 3D y creación de modelos por colada de silicona y látex. Esto último es el paso final que no hemos podido concluir aunque, con la técnica de colada se pretendía poder fabricar modelos a mayor escala y sin emplear tanto tiempo y ácido poliláctico (PLA).

Recursos humanos

- LÓPEZ SAN ROMÁN, FRANCISCO JAVIER; 07225251P

PDI de la Universidad Complutense; Facultad de Veterinaria; Medicina y Cirugía Animal

- MANSO DÍAZ, GABRIEL; 11850914A

PDI de la Universidad Complutense; Facultad de Veterinaria; Medicina y Cirugía Animal

- VILLALBA ORERO, MARÍA; 09018259M

PDI de la Universidad Complutense; Facultad de Veterinaria; Medicina y Cirugía Animal

- JIMÉNEZ TABASCO, ALBERTO; 06035733G

Estudiante de la UCM; Facultad de Veterinaria

- SANZ DUEÑAS, JAVIER; 70253916W

Alumni UCM; Facultad de Veterinaria

- SANTIAGO LLORENTE, ISABEL; 09004915R

Personal de Administración y Servicios de la UCM, A2; Hospital Clínico Veterinario

- SEFRIQUI KHAMALI, ZOUHAIR; 51787908G

PDI de la Universidad Complutense; Facultad de Informática; Dpto. Física de los Materiales

- VARELA DEL ARCO, MARTA; 52985863G

PDI de la Universidad Complutense; Facultad de Veterinaria; Medicina y Cirugía Animal

- VELASCO MATESANZ, LAURA; 47308392Z

Estudiante de la UCM; Facultad de Veterinaria

- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, MERCEDES; 70821461E

Becario Formación Práctica; Hospital Clínico Veterinario

5. Desarrollo de las actividades

El desarrollo y la implantación de una técnica como la descrita, en la que a partir de TAC puede generarse una réplica de alta calidad de una articulación para la posterior práctica de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, es de gran interés en la docencia en el campo de las Ciencias Clínicas. La creación de un banco de modelos de patologías, tanto comunes como menos frecuentes, puede resultar de gran interés al público veterinario para la práctica de técnicas avanzadas y el desarrollo de nuevos métodos quirúrgicos.

Así mismo, el desarrollo de estos métodos tiene un gran potencial ya que puede aplicarse en numerosos campos y disciplinas, como la propedéutica, la reproducción... Estos modelos también pueden introducirse en medicina humana ya que históricamente los animales de experimentación (cerdos, ratones, ratas, conejos...) han sido una importante fuente de material de prácticas de médicos.

Pero además plantea un reto extraordinario debido a la posibilidad de complementar, en el ámbito práctico, la docencia en línea que no cabe duda que en las disciplinas eminentemente prácticas se ve muy limitada.

El mayor problema que encontramos fue la combinación de tecnologías de impresión 3D y creación de modelos por colada de silicona y látex. Para crear los modelos impresos era necesaria una impresora de tipo multifilamento. Estos modelos son capaces de alternar varios materiales en una misma impresión, permitiendo tanto la impresión de material rígido y flexible como la utilización de material soluble en agua para la creación de soportes fáciles de retirar. Existen diversos modelos en el mercado capaces de realizar esta tarea, siendo el mejor en relación calidad-precio la impresora "Prusa i3". Sin embargo, no pudimos adquirir el modelo deseado por falta de financiación y solo pudimos comprar una impresora que no era capaz de alternar materiales. Ello supuso un gran hándicap a la hora de alternar materiales flexibles con nuestro modelo óseo rígido.

Como hemos comentado anteriormente, este proyecto se dividió en tres fases:

- 1) En primer lugar, se procedió a la obtención de extremidades de caballos procedentes de la sala de necropsias del Hospital Clínico Veterinario Complutense, sin alteraciones ni historia clínica relacionada con problemas musculoesqueléticos. Posteriormente, se realizó un estudio de tomografía computarizada (TAC) de estas extremidades, que sirvió de base para la generación del modelo virtual base. Estas tareas las llevó a cabo, fundamentalmente, el profesor D. Gabriel Manso. Supuso un gran esfuerzo y causó cierto retraso ya que no disponemos en el HCVC de un TAC con lo que hubo de

desplazarse a una clínica privada para poder escanear las piezas anatómicas. Debido a esta gran desventaja nos centramos en la articulación radiocarpiana desde un primer momento.

2) El segundo paso consistió en crear una malla 3D a partir de la información obtenida previamente. Este cometido se desarrolló ya en el cuarto trimestre del proyecto y lo realizaron los alumnos y becarios en colaboración con el profesor Javier López San Román.

La información proveniente del TAC en formato DICOM se analizó con un visor de imágenes médicas llamado “Osirix”, de forma que las imágenes generadas se exportaron en un formato adecuado para su posterior modelado. Esta malla fue procesada usando los programas “Blender” o “Meshmixer” obteniendo así un modelo realista de la región articular a desarrollar.

Además de obtener la malla 3D, esta fue optimizada considerando el uso posterior que se hará del mismo. Para realizar una impresión 3D de nuestro modelo virtual, nuestro objetivo fue lograr mallas con un elevado número de polígonos, para conservar el máximo detalle.

3) La tercera fase estaba centrada en la revisión anatómica de los modelos. El modelo de prácticas se realizó mediante la combinación de tecnologías de impresión 3D pero no se llevó a cabo la creación de modelos por colada de silicona y látex.

Creo que es importante comentar que la impresora adquirida para este Proyecto de Innovación ha tenido finalmente un uso extraordinario. Nos referimos a su empleo para la impresión 3D de viseras homologadas por la Comunidad de Madrid para ser empleadas como equipos de protección individual (EPIs) por el personal sanitario de diversos hospitales de nuestra Comunidad. La primera semana del estado de alarma nos desplazamos al HCVC y nos llevamos la impresora a nuestro domicilio para imprimir cerca de un centenar de viseras dentro del grupo de impresión 3D puesto en marcha por la UCM durante la crisis sanitaria.



Figura 1. Modelo 3D en PLA de las articulaciones carpianas del caballo cortada y lista para ser empleada para la práctica de cirugía artroscópica.



Figura 2. Detalle del modelo 3D que muestra de cerca la disposición de los huesos tras flexionar la articulación radiocarpiana.